

岩手県における住宅の性能向上と省エネルギーに関する研究

その4 夏季の住宅室内環境

佐々木 隆 菅原 正子 魚住 恵 林 基哉

Research on the Improvement of Performance and Energy Conservation
of Housing in Iwate Prefecture

Part 4 Indoor environment of general housing in summer season

Takashi SASAKI, Masako SUGAWARA, Megumi UOZUMI and Motoya HAYASHI

ABSTRACT

This report is a summary of the investigation result of the living life in summer. As for the result of the mailing questionnaire survey, it has been understood that correspondence to the indoor heat is done by an environmental adjustment by ventilation. The use of the dehumidification machine stood out remarkably in Kuji where the influence of "YAMASE" was especially large the existence of mold. The use of the dehumidification machine stood out also in Morioka in the city part. It has been understood that there is few house where air-conditioning as a result of the investigation. And, there are not necessarily a lot of regions where air-conditioning is needed. This result shows the problem in the plan with a lot of dependence on air-conditioning device at a present, and shows that the succession of the tradition does not go well. As for the indoor temperature of the shape house of the present age of insulated shortage, it has been understood to tend higher room temperature than the outdoor from the measurement result of the indoor environment. The room temperature rise by solar radiation is suppressed in the effect of the super-insulation of the roof in old traditional thatched private house. In the life by ventilation mainly done, the outdoor temperature often controls the room temperature. It is obviously that the thermal performance of house, which the insolation through the window has been covered and well insulated and high-airtightend is high, when the room temperatures are lower than the outside temperature. The author excluded, defined the value by an insolation value as the insolation room temperature rise efficiency, and arranged inside and outside temperatures fluctuate by the standard deviations a result, the value has grown in an insulated house where the insolation cover is inconsistent and the shape house of the present age of insulated shortage. The value was small in insulated and airtightend house where a thorough insolation had been covered. The authors have taken the conclusion basing on the questionnaire survey result obtained above that there was a cause in condition of life if there was a room temperature rise in an insulated house, and is no necessity of air-conditioning of the house in Iwate Pref.

1. はじめに

本研究は一般的な住宅の性能の向上を図るとともに、次世代のためのエネルギー保全を目的とした省エネルギーを如何に実現できるかという課題を研究の目的とするが、従来の研究で欠落していた生活に伴う食と衣の要因を取り入れた総合的な環境評価をすべきと考え、温度環境だけでなく、食事内容・衣服・室内環境との関係を明らかにしようとするもので、前報その1～その3*文献・15～17までで冬季の衣食住に関して述べた。引き続き、本報では夏季における住環境実態について述べる。

2. 郵送によるアンケート調査（夏季）

基礎データの収集のために衣食住に関する総合的な調査を電話帳による無作為抽出によりアンケート調査を冬季と同様に実施した。アンケート調査の目的は具体的な環境調査への事前の状況把握であったが、基本的な質問事項は前報その1に示すような住・衣・食に関わる分野別なカテゴリとし、それぞれ詳しく把握できるものとした。郵送地域は岩手県内の気候的に特徴のあると思われる地域、①久慈・山形地区（沿岸北部）②盛岡地区（都市部）、③沢内地区（多雪地域）、④一関・平泉（内陸南部）、⑤陸前高田（沿岸南部）⑥安代地区（内陸北部最寒地）に加え、夏季は⑦宮古地区を加え7地域を対象とした。

3. 住に関するアンケート結果

住に関するアンケート内容は、現在住んでいる住宅の基本的な構成、すなわち家族、年齢、居住年数、住宅の築年数、住宅の暖房・換気、暖房費などが明瞭に分る内容としている。以下にアンケート結果のうちの住生活に関する結果を示す。

3-1 アンケート回収率

アンケートの回収率は表1に示すとおりである。上記岩手地区では53.7%の回答が得られた。

	久慈	安代	盛岡	宮古	沢内	一関	陸前高田	合計
回収数	50	46	38	61	54	43	54	346
配布数	108	77	78	150	75	78	78	644
回収率(%)	46.3	59.7	48.7	40.7	72.0	55.1	69.2	53.7

表1 アンケート結果

3-2 アンケート調査の属性のあらまし

夏季のアンケート調査では、冬季調査の6地域に加え宮古地区を対象に加えた。冬季アンケート協力者に若干数を増やして実施したため、属性に関しては前報その1とほぼ同じである。

3-3 アンケート結果の分析

夏季アンケートのねらいは一般住宅での住まい方と過ごし方を把握するためのものである。現在、エネルギー使用と環境問題の解決が社会的な課題でもあるが、住宅に関するエネルギー使用ももちろんそのうちに含まれる。特に、本州地域での寒冷地に当たる東北地方では冬季の寒さと同様に夏季の暑さへの対応が問われる点である。

本アンケートでは夏季における生活状況のうち、はじめに室内の暑さとその対応について述べる。図1は寝苦しさはあるか、という項目の結果を示したものである。寝苦しさを訴えている地域は一関、盛岡といった都市部、沢内の内陸部で、70%を越えている。一方寝苦しさが50%前後の地域は陸前高田、久慈の沿岸部で、夏季の「やませ」との関係が想起されるが、同じ沿岸部の宮古では70%以上なので、地形的影響かどうかは今後の検討が必要である。

図2は風通しの良さを聞いたものである。全地域でおおむね80%以上の風通しの良さを答えている。

図3は夏季の徴の存在を聞いたものであるが、徴が生えると答えたものは、久慈を除く地域で30%前後であるが、久慈では50%を越えた回答であった。これは上述した「やませ」の影響の大きな地域であり、日照時間も少なくこうした低温の影響が大きいのではないかと考えられる。

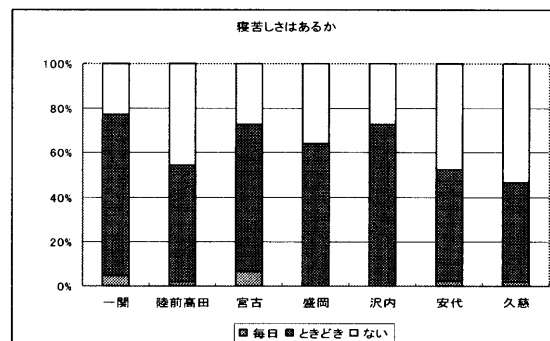


図1 寝苦しさはあるか

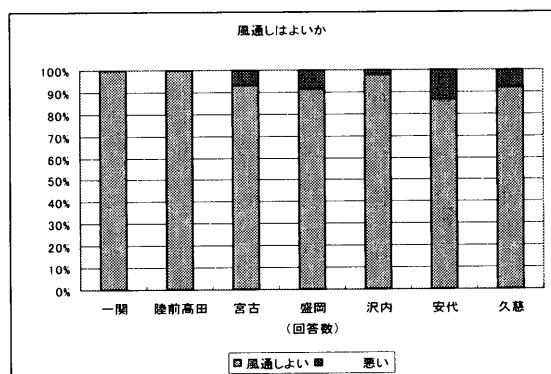


図2 風通しの良さ

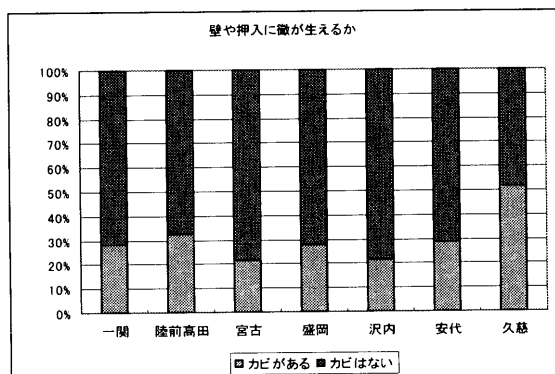


図3 霉が生えるか

図4は居間の湿度感に関する回答を示したものである。ほとんどが湿度が高いと答えているが、湿気っぽいも入れると90%以上が、高湿度感を持っている。若干（10%前後）、乾燥感を答えているのは宮古、久慈、の沿岸部、内陸高地の安代が目立つ。

図5は除湿機の使用の有無を示している。この中では都市部の盛岡、沿岸部の久慈での使用が40%に近い。盛岡では都市化とともに住宅自体の通風主体住宅から気密住宅への変化も大きいと考えられる。久慈では上述したように「やませ」の影響と日照不足による高湿度状態が除湿機の使用を促進させていると思われる。

図6は夏のエネルギー使用を左右する冷房の必要を聞いたものであるが、必要と答えているのが県内南部の都市部である一関が70%と高い。あとは宮古での約60%が目立ち、寝苦しさとの関連を示している。都市部としての盛岡市で50%強であるが、都市化と住宅自体の構造の変化の理由で説明可能であろう。残りの地域である沿岸部陸前高田、久慈で約40%、内陸の沢内、安代にいたっては20%強で、夜間の温度低下が理由と思われる。

現実に、冷房を使用している住宅は数は少く、住宅の作られ方によっては必ずしも冷房を必要としている地域は多くはないという結果を得た。これは100年以上を経過している茅葺きの民家が夏涼しいということから、現代形の住宅自体が環境形成面での伝統をうまく継承していないということも言えることで、今後の地域密着形住宅を考える上での重要なポイントでもあると思う。

3. 夏季の室内環境測定

夏季における室内環境状況を測定した。対象は冬季に測定を実施したものと同一の住宅で、概要を表-2に示す。なお、このうち安代町住宅⑥と一関（平泉）住宅⑭の2軒は、居住者の都合で夏季の測定は出来なかった。測定項目は冬季と同じ空間点、表面温度、室内湿度、日射量で、室内の炭酸ガス濃度については、夏季には開窓による通風が主体となることが予想されたため、実施しなかった。測定方法も同様であるが、温度はCC熱電対、湿度は湿度センサー（新栄）、日射計の出力をICカード式データロガーに10分間隔で約1週間記録した。

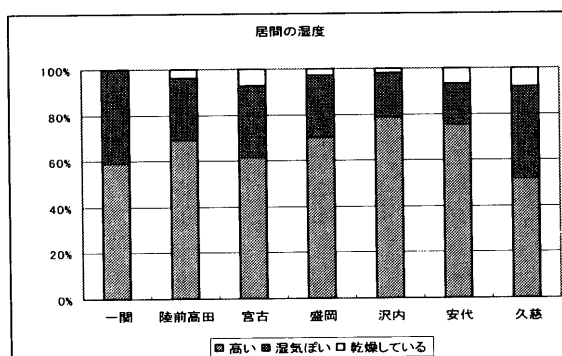


図4 居間の湿度感

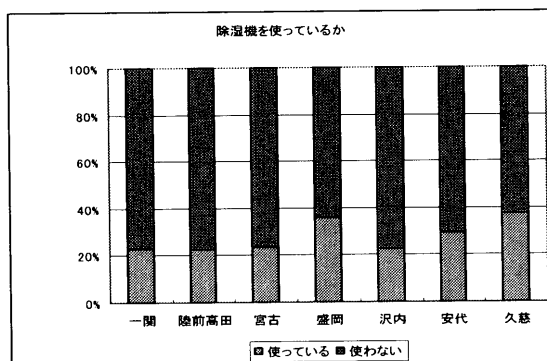


図5 除湿機使用の有無

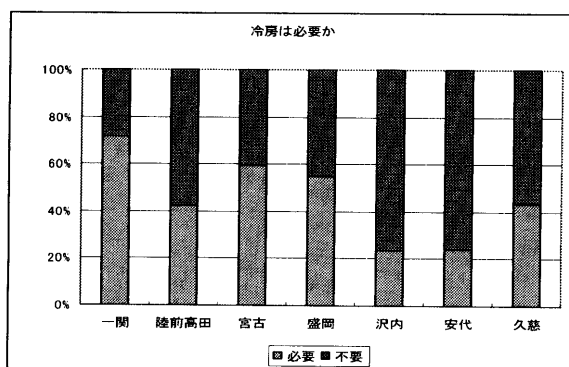


図6 冷房の必要性

表2 測定住宅の概要

地域	番号	建築面積	築年数	暖房形式
久慈・山形	住宅①	244.2	6	採暖
同上	住宅②	99.0	34	採暖
同上	住宅③	465.3	60	採暖
安代	住宅④	118.8	5	採暖
同上	住宅⑤	475.2	11	採暖
同上	住宅⑥	343.2	40	採暖
盛岡	住宅⑦	178.2	10	全室暖房**
同上	住宅⑧	190.0	27	採暖
同上	住宅⑨	270.6	130*	採暖
沢内	住宅⑩	260.0	0	採暖
同上	住宅⑪	270.6	8	採暖
同上	住宅⑫	495.0	20	採暖
一関	住宅⑬	125.0	7	採暖
同上	住宅⑭	158.4	18	採暖
同上	住宅⑮	99.0	30	採暖
陸前高田	住宅⑯	134.5	150*	採暖
同上	住宅⑰	158.0	200*	採暖
同上	住宅⑱	264.0	300*	採暖

(⑥、⑭)は夏季調査は欠測、*は伝統的古民家、**は日射遮蔽の環境的工夫あり)

温度の具体的測定点は、居間の天井付近温度、居間中央高さのグローブ温度、居間床付近温度、トイレ温度、浴室温度、寝室温度、廊下温度、玄関温度、外気温度、台所温度を主要測定ポイントし、適宜住宅にあわせた選択とした。

4. 夏季の室内環境測定結果

4-1 居間と寝室の温度環境

夏季における室内環境の測定のねらいは、室温などの実態を把握するためにあるのはもちろんであるが、如何に外部からの熱を室内に入れないように計画されている

かを確かめるものでもある。ここでは、伝統的民家、現代形住宅、断熱気密住宅のそれぞれの特徴を比較する。

夏季の生活は一般に窓を開け放ち外部風を取り込む、といった通風形である。また、家族の多くが集まる空間である居間と寝室の温度状況から見ていく。

一般に言われている現代形住宅は屋根が茅葺きではなく、鉄板で葺かれており、伝統的な民家と大きく異なる点である。また、第二次大戦後に建てられたものは断熱材を使用しないものも多く、環境的に問題のある場合が多い。

図7は現代形住宅⑧の温度変化を示している。この住宅では日中窓を開けているが夜間は閉めるという生活であり、日射を遮蔽する庇などの建築的工夫はない。その結果として、室内温度は日中に外気温度と同様かそれ以上となっている。

一方、図8は断熱気密住宅(熱損失係数 $1.0\text{kcal/h}\cdot\text{m}^2$)の住宅⑦の温度変化を示している。この住宅は徹底した日射遮蔽を窓の外に設置した簾によって行っており、夜間は通風により夜間の冷気を取り入れる工夫をしたものである。現代形住宅との違いは明白で、室温が外気温度のピークよりも低いということである。また、夜間の温度低下も現代形住宅に比べて大きいことが特徴である。

図9は築後300年の伝統的古民家⑱の測定結果である。測定期間が偶々気温が低く、比較しづらいが、外気温度が高かった測定開始直後の部分に注目すると、厚い茅葺の屋根による断熱で、日射による室温上昇が抑えられていることが分る。

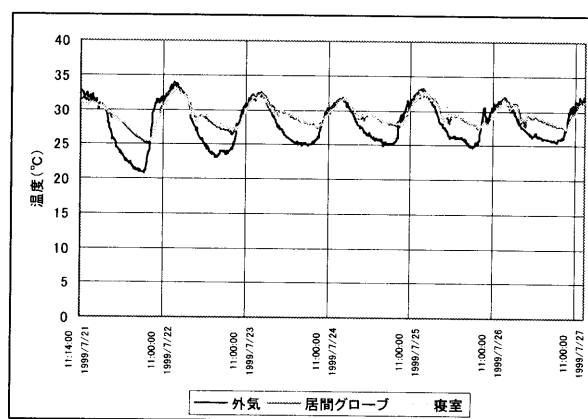


図7 現代形住宅の居間中央高さ温度の変化

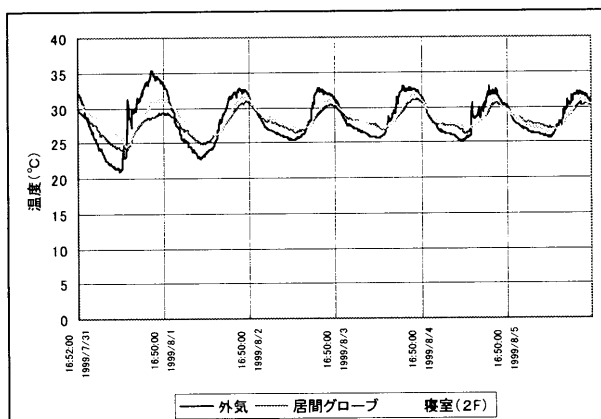


図8 断熱気密住宅の居間中央高さ温度の変化

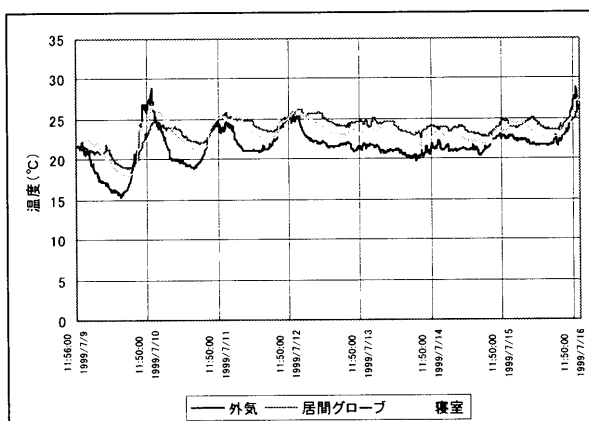


図9 伝統的古民家の居間中央高さ温度の変化

これを内外温度差のみで比較したものが、図10である。縦軸が内外温度差(室温-外気温)を示しており、プラスの値であれば室温の方が外気よりも高いことを意味している。生活様式の違いが見出せるが、3住宅で大きく異なる点は通風を主体に生活している築後300年の住宅(⑬)では急速な外気変動に対しては室温は外気よりも低いがおおむね室温の方が高い。戦後の現代形住宅(⑧)でも同様な傾向で、日中は窓を開けて生活するパターンが定着している様子が分る。一方、断熱住宅(⑦)では他住戸に対し外気温度よりも室温の方が低めに推移していることが確認できる。

5.2 湿度の変化

夏季の湿度はその高さが予想できるが、夏季の室内湿度は通風を主にする理由で外気の絶対湿度に近い。

図11、12は一例で、通風を主に行っている住宅では図11

のように相対湿度は気温の高い時期には50%まで下がるが、70%前後を保っている。絶対湿度はほぼ15~18g/Kg程度で、変化は少いことから空気中の水分量はほぼ一定に推移していることが分る。日射遮蔽、熱容量を備えた住宅の結果の図12でも全般的な傾向は変わらないが、相対湿度と気温の関係、絶対湿度の振幅に差が見られる程度である。

図13は測定期間中の最高温度を示した日の測定住宅の明け方(4:00~6:00)、昼間(11:00~14:00)団欒時(19:00~21:00)のデータをまとめて示したものである。

全般的に、相対湿度は高いが、気温の低い明け方には相対湿度は高く、団欒時の生活発生熱の多い理由で気温の高い時期には相対湿度は低くなることが分る。

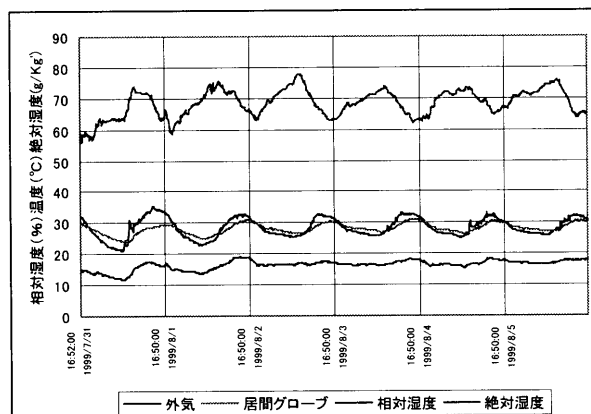


図12 居間空気温度、相対湿度、外気温、絶対湿度の測定結果(住宅⑦)

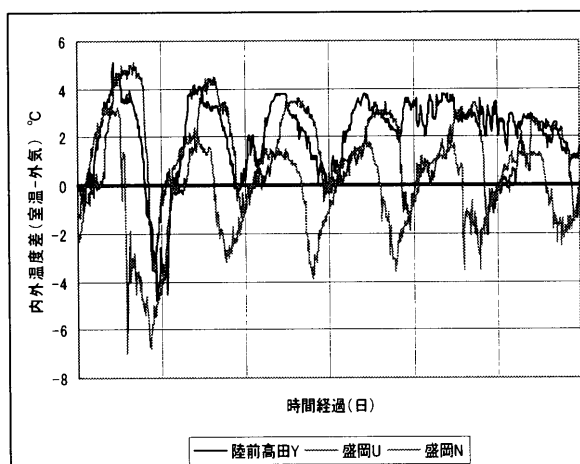


図10 内外温度差による比較

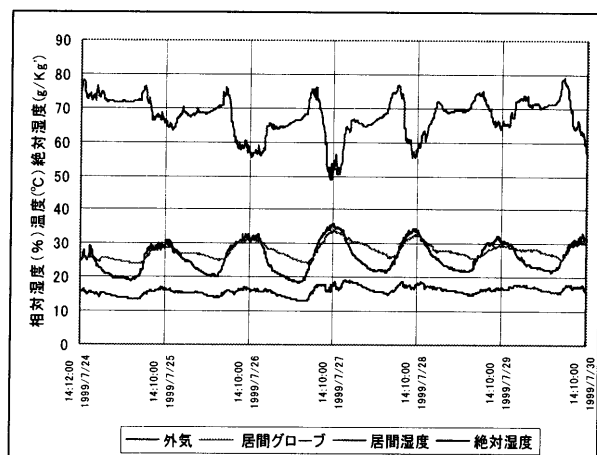


図 11 居間空気温度、湿度、外気温、絶対湿度の測定結果（住宅⑪）

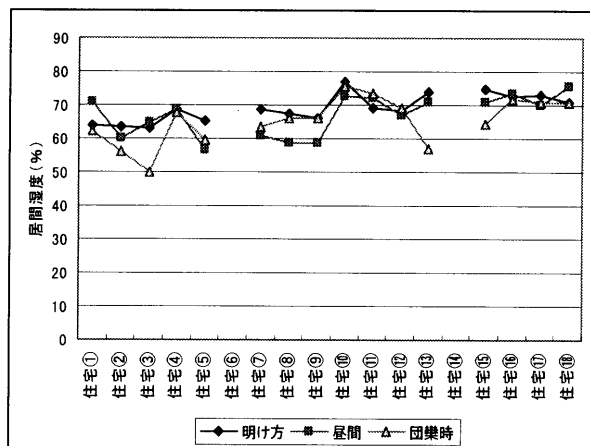


図 13 測定住宅の明け方、昼間、団欒時の平均湿度（住宅⑥と⑭は欠測）

5.3 日射の影響

断熱建物の室内空間の温度が外気温度よりも高くなるという間違った認識が流布した時期があったが、室内を暖めるための要因を十分に分析していない誤認であったことが分る。日射、人体、電気機器、照明器具、などは室内にとっては温度を上昇させる要因である。

夏季においては日射の影響は多大である。測定では日射と室温の関係を調べた。図 14～17 は横軸を日射量、縦軸に内外温度差を取り関係を示している。内外温度差の正負の意味は上述の通りで、繰り返さないが、図 14 の築後 30 年の現代形住宅では日射量の増大とともに温度差が正の値を示している。これは日射の影響が直接室温上

昇に寄与していることをあらわしている。次いで、図 15 は築後 8 年の現代形住宅であるが、上に比べて日射上昇による温度差は負の値の部分が多い。さらに、断熱気密化された高性能住宅では図 16 のように、日射上昇による温度差は一層負の部分に集中していることが分る。

図 17 は築後 300 年の伝統的古民家の同じ関係を示したものである。伝統的な古民家は本来開放系住宅であるため、夏は通風主体の生活を送り、外気温度に近いことが特徴であるが、日射量との関係で見れば直接の関係は少ないといえる。茅葺き屋根の超断熱力はほぼ完全に日射熱を遮断しているからである。

夏季の室温上昇に大きく寄与するのは日射であるとし、内外温度差をその時の日射瞬時値で割ったものを日射室温上昇効率と定義する。日射が多くそれによる室温上昇があった場合には日射室温上昇効率は高く、室温上昇がさほど見られない場合には効率は低くなる。

この日射室温上昇効率を求め、その標準偏差で整理したものが図 18 である。日射が原因となる室温上昇の状況がより区別がつくと思われる。

この中で、熱性能が一番高かった住宅⑦は数値が最も小さく、数値の大きい住宅を、その特徴との関係から考察すると、①築後年数が少なく新しい、②日除けなどの措置が少ない、③通風を主とした生活状況である、という傾向がある。（住宅③については築後 60 年であり、この傾向から外れるが、居間部分が建て増し部分であり、必ずしも築年数の大きさとの関係は不明確であり、例外的扱いとしたい）茅葺きの伝統的民家と瓦葺の民家は住宅⑨、⑬、⑭、⑮のように日射の影響は外気温度の上昇のみの影響となっていることが窺える。

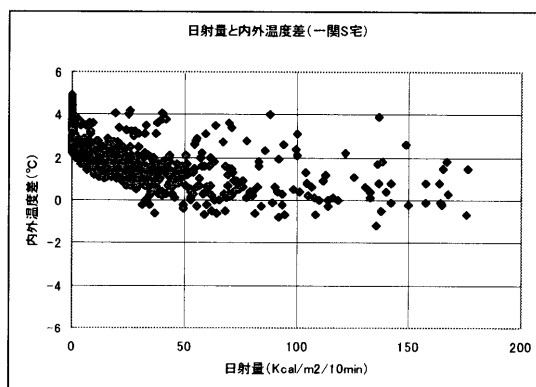


図 14 日射量と内外温度差（住宅⑮）

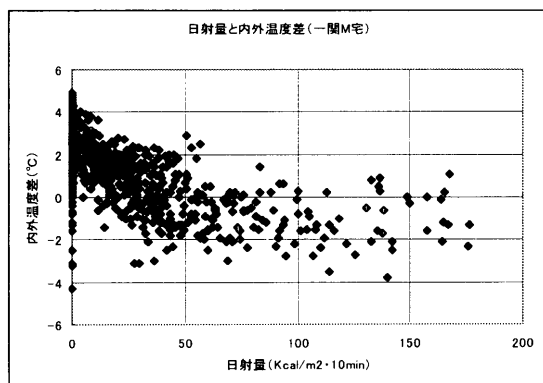


図 15 日射量と内外温度差（住宅⑬）

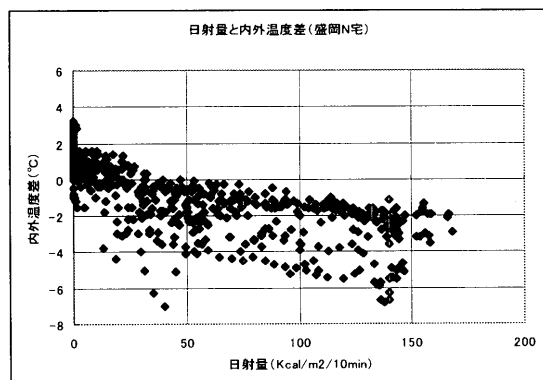


図 16 日射量と内外温度差（住宅⑦）

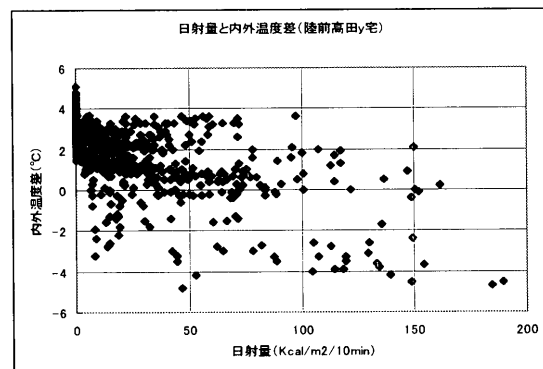


図 17 日射量と内外温度差（住宅⑱）

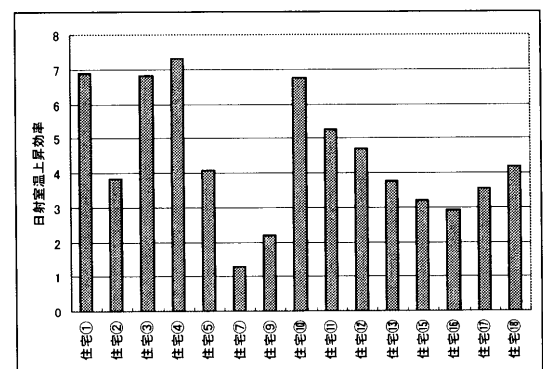


図 18 日射室温上昇効率による比較

（住宅⑥、⑭は欠測であるが、⑧は日射データ欠測のため比較から除外）

以上のように、夏季における断熱住宅は、むしろ日射の影響を少なくする効果の方が高いとすることが確認できたと考える。断熱住宅が夏に暑いという誤解は日射遮蔽の不十分さにその原因があると思われる。

6. おわりに

冬季、夏季を通して、アンケート調査、と実測を続けてきたが、本報告は夏季の住生活の調査結果をまとめたものである。

- ・ 郵送アンケート調査により夏季における室内の暑さに関する回答から、室内の暑さはあるものの、通風による環境調整で対応していることが分った。
- ・ 徴の存在は特に「やませ」の影響の大きい久慈において顕著で除湿機の使用が目立った。都市部の盛岡でも除湿機の使用が目立った。
- ・ 冷房を使っている住宅は少く、必ずしも冷房を必要としている地域は多くない。むしろ住宅の作り方に問題があり、伝統の継承が上手く行っていないのではないかということが窺えた。
- ・ 室内環境の測定結果から断熱不足の現代形住宅では室内温度は外気温よりも高いものが多い。茅葺き屋根の伝統的古民家では屋根の超断熱の結果で日射による室温上昇が抑えられるが、通風主体のための外気温（周辺気温）により室温が左右されることが多い。
- ・ 窓での日射遮蔽を行っている断熱気密性能の高い現代形住宅では、室温は外気温よりも低く、その効果が確認できた。
- ・ 日射の影響をさらに確かめるために、内外温度差を日射瞬時値で除したものを日射室温上昇効率と定義し、その標準偏差により整理した結果、断熱はあるが日射遮蔽が不徹底な住宅や、断熱不足の現代形住宅ではその値が大きく、徹底した日射遮蔽した断熱気密住宅では値が小さく、差異が明確となった。

以上から、アンケート調査結果も踏まえて、断熱住宅での室温上昇があるとすれば、生活の仕方にこそ問題があり、岩手県における住宅の冷房は必ずしも必要ではないという結果を得た。これは確認事項でもあるが、次世代のエネルギー使用に対しての基本的約束事としたい。

本研究の題名である「岩手県における住宅の性能向上と省エネルギーに関する研究」の中の住宅の現状把握は本報告で終了し、今後は省エネルギーについての考察を進めたいと考えるが、夏季、冬季を通じて得た結果からは今後の住宅のあり方、伝統的な古民家の保護と活用のあり方などに関する多くの示唆を得た。

住宅の断熱は必要不可欠のものであるが、生活様式とのギャップがその機能に対する誤解を生んでいることを確認できた。茅葺き屋根の断熱性能を始めとするこれまで培われてきた伝統の否定は、将来の住生活に対する多大な損失といわなければならない。住生活に対する伝統を生かしながら新しい住宅を建設することで、具体的な省エネルギーに繋がり、幾世代にわたり使用可能な社会的な財産としての家作りが達成されると考える。

〔謝辞〕

アンケート及び実測にご協力頂いた方々には深く感謝いたします。なお、本研究には岩手県学術研究振興財団の研究補助（平成10年度、11年度）がありました。

【参考文献】

1. 和達清夫：日本の気候、東京堂、1958
2. 長谷川房雄ほか：脳卒中の発症と住環境の関連についての山形県郡内を対象とした調査研究、日本公衆衛生雑誌、第32巻、1985
3. 長谷川房雄、吉野博：東北地方の各種住宅における冬季の室温に関する調査研究、日本建築学会論文報告集第371号、昭和62年1月
4. 花岡利昌：伝統民家の生態学、海青社1991
5. 木村建一（編）：民家の自然エネルギー技術、朝倉社、1999
6. 佐々木 隆ほか：岩手県の衣食住に関する研究、その1、日本建築学会大会梗概集、D-1、1999年9月
7. 菅原正子ほか：岩手県の衣食住に関する研究その2、日本建築学会大会梗概集、D-1、1999年9月
8. 魚住 恵ほか：岩手県の衣食住に関する研究その3、日本建築学会大会梗概集、D-1、1999年9月
9. 佐々木 隆ほか：岩手県の衣食住に関する研究その4、雪工学会大会論文報告集Vol.16、1999年12月
10. 菅原正子ほか：岩手県の衣食住に関する研究その5、雪工学会大会論文報告集Vol.16、1999年12月
11. 魚住 恵ほか：岩手県の衣食住に関する研究その6、雪工学会大会論文報告集Vol.16、1999年12月
12. 佐々木 隆ほか：岩手県の衣食住に関する研究、その7、日本建築学会大会梗概集、D-1、2000年9月
13. 菅原正子ほか：岩手県の衣食住に関する研究その8、日本建築学会大会梗概集、D-1、2000年9月
14. 魚住 恵ほか：岩手県の衣食住に関する研究その9、日本建築学会大会梗概集、D-1、2000年9月
15. 佐々木 隆ほか：岩手県における住宅の性能向上と省エネルギーに関する研究、その1、岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 No.2、2000年2月
16. 菅原正子ほか：岩手県における住宅の性能向上と省エネルギーに関する研究、その2、岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 No.2、2000年2月
17. 魚住恵ほか：岩手県における住宅の性能向上と省エネルギーに関する研究、その3、岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 No.2、2000年2月
18. SASAKI, Takashi et al.: On the Life Style and Indoor Climate of the houses in the Iwate Prefecture, 3rd.Int.Conf.on Cold Climate, Heating, Ventilating and Air-conditioning, November, 2000
19. UOZUMI, Megumi et al.: On the Mutual Relation of the Indoor climate and Eating Habits in the House In Iwate Prefecture, 3rd.Int.Conf.on Cold Climate, Heating, Ventilating and Air-conditioning, November, 2000
20. SUGAWARA, Masako et al.: The Clothing Life and Indoor climate in the Cold Region, 3rd.Int.Conf.on Cold Climate, Heating, Ventilating and Air-conditioning, November, 2000
21. 佐々木 隆ほか：岩手県の衣食住に関する研究その10、雪工学会大会論文報告集Vol.17、2000年12月
22. 菅原正子ほか：岩手県の衣食住に関する研究その11、雪工学会大会論文報告集Vol.17、2000年12月
23. 魚住 恵ほか：岩手県の衣食住に関する研究その12、雪工学会大会論文報告集Vol.17、2000年12月